



TITLE:

Zhabotinskii反応の"一様"振動(基研  
長期研究計画「非線型・非平衡状  
態の統計力学」,研究会報告)

AUTHOR(S):

藤井, 英彦; 沢田, 康次

---

CITATION:

藤井, 英彦 ...[et al]. Zhabotinskii反応の"一様"振動(基研長期研究計画「  
非線型・非平衡状態の統計力学」,研究会報告). 物性研究 1978, 29(6):  
F51-F53

ISSUE DATE:

1978-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89481>

RIGHT:

現しうるがこの点に関しては、まだ確実ではない。

このように、同期化している状態が不安定化して二重周期が実現しているという実験は、まだないようであるが、ただ、Marek 達の実験において見出されている Rhythm Splitting という現象がこの問題と関係があるかも知れぬ。この問題はまた、三重周期的な振舞いが安定に存在するか否かということと関連して考えても興味がある。

### 参 考 文 献

- 1) Y. Kuramoto and T. Yamada: Progr. Theor. Phys. 56 (1976) 724
- 2) M. Marek and I. Stuchl: Biophys. Chem. 3 (1975) 241

## Zhabotinskii 反応の“一様”振動

東北大通研    藤 井 英 彦  
                   沢 田 康 次

Zhabotinskii 反応の不思議の焦点は、最初に空間的に一様であるものが、美しい規則構造になることにある。

反応の従来<sup>1)</sup>の解析は、一様なリミットサイクルと、静止した空間構造と別々に理解するものであった。しかし、後者の「構造」も現実にはゆっくり動いているし、前者も通常の（反応液を静止し、構造発生可能な）条件では、各場所の「リミットサイクル」の位相差はどんどん開いていくことを私達は知っている。（図1）

Winfree<sup>2)</sup>らは、後者は拡散が引き金となって進行する“Trigger Wave”であり、前者は拡散に無関係な、単なる「リミットサイクル」の場所による周期の差による“Pseudo Wave”であると言う。そこで、問題はこれらの2つの波（P波とT波）はどういう関係にあるのか？ — その点を知るために以下の実験を行った。

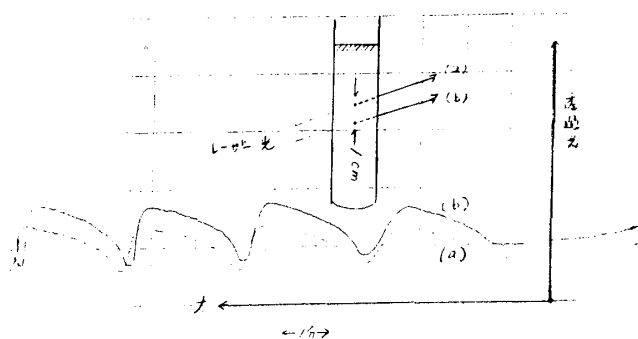


図1 二点での反応の位相差の時間的拡大

〔実験 1〕

「拡散が効いている波」は、等濃度面が壁に垂直になることが考えられる。

細長い試験管を重力に対して斜めにし、反応液<sup>3)</sup>を入れ、あとで硫酸を更

に 1～2 滴加えると、多くの場合、P 波が下から、水平に発生する。時間の経過と共に、波長が短くなり、同時に波が壁に垂直になる様子が観察された。<sup>4)</sup> (図 2)

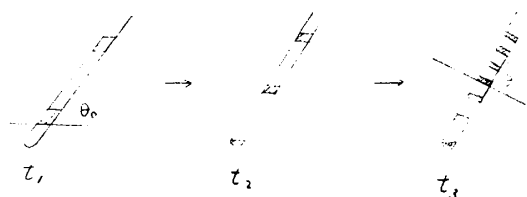


図 2 試験管の壁と波面とのなす角  $\theta$

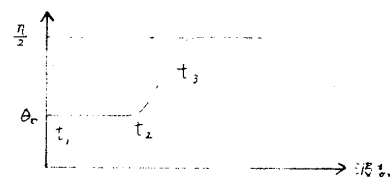


図 3 試験管の壁と波面とのなす角  $\theta$

「壁を感じる」ことが T 波と等価であれば、以上の変化は、P 波 → T 波の“転移”を表わしており、これが波長の短縮と共に起ることは Soft Mode の Bifurcation<sup>1)</sup>を示唆していると考えられる。(図 3)

〔実験 2〕

「一様」振動の安定性をみるために、2つの Box に位相をかえた反応液<sup>3)</sup>を入れて、位相差の変化を観測した。結果の一例は図 4 で、相手の影響が少しあるが、それにもかかわらず位相差はどんどん開いていく。このことは各ボックス中をかくはんしない限り互を引き込んで同位相になろうとはしない事を示す。<sup>5)</sup>

以上の結果から、リミットサイクルとは攪拌がない限り積極的に、空間的に同位相になろうとする状態ではない事及び、リミットサイクルの空間的位相差がトリガー波に連続的に移行する事が可能である事が云える。

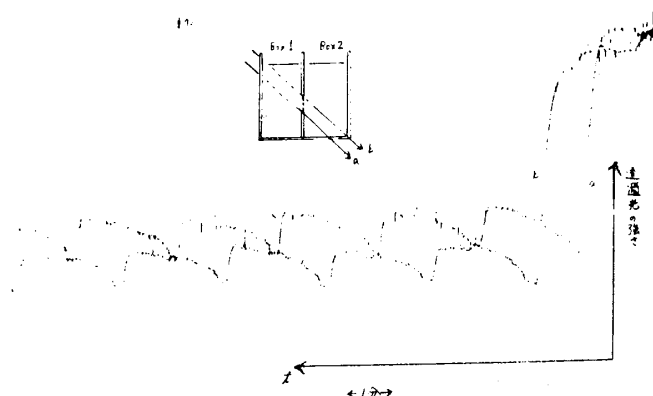


図 4 初期位相差をつけた 2つの振動系の位相差の時間的経過

## 参 考 文 献

- 1) 富田和久；日本物理学会誌，30，129
- 2) Winfree; in “Symp. of Faraday Soc. No.9 1974”
- 3) Gransdorf, Prigogine の著書中にある調整
- 4) 現在，定量的研究を継続中
- 5) 攪拌下の実験が既に存在することを，本研究会の山田知司氏の講演で知った  
(Marek et al., Biophys. Chem. 1975)

## Bénard 対流臨界ゆらぎの音波による測定

東北大通研 沢 田 康 次

一般に流体力学系の不安定現象は，平衡系の相転移現象との比較に於て理論的には類似点が多いとされながらも実験でその類似点及び相違点が明確化されていない。例えば Bénard Instability は二次相転移との類似が多く<sup>1)</sup>の理論家によって指摘されて来たが，定量的実験は限られている<sup>2)</sup>。私はここでオーダーパラメーターの Critical Slowing の音波による実測及び Critical Fluctuation の測定の試みについて報告する。

10℃ に於て  $3 \times 10^4$  のプラントル数を持つポムプ油を直径 11 mm  $\phi$  高さ 12 mm のシリンダーに閉じこめる。側面には，2.2 MHz の音波の発生器と受信器がうめこまれている。音波の波長は対流臨界モードの 10 分の 1 程度である。図 1 は  $\nabla T \nearrow \vec{g}$  配位から  $\nabla T \nwarrow \vec{g}$  配位に突然反転した時に音波パルスの高さがどの様に時間変化を受けるか  $\nabla T$  のいろいろな値に対して測定したものである。この様な実験から得られる特徴的な事は，両配位における減

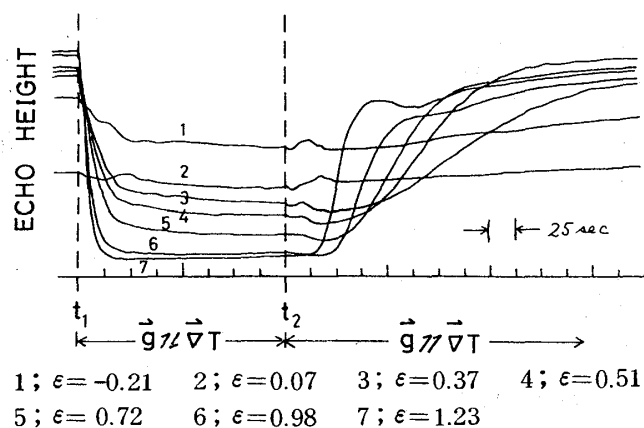


図 1. 音波パルスの時間的变化